

TRIPLA RESISTÊNCIA À ÁGUA, AO GRAFFITI E À BIOLONIZAÇÃO EM SISTEMAS DE ISOLAMENTO TÉRMICO PELO EXTERIOR. O PROJECTO WGB_SHIELD.

Inês Flores-Colen¹, Rosário Veiga², João Parracha^{1,2}, Giovanni Borsoi¹

¹ CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa | Portugal

² Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) | Portugal

Autor correspondente: ines.flores.colen@tecnico.ulisboa.pt

Palavras-chave

Durabilidade; ETICS; resistência à água; graffiti; biocolonização

Resumo

A otimização dos sistemas ETICS e a compreensão dos fatores e mecanismos de degradação que afetam a sua durabilidade são aspetos relevantes para um desempenho eficaz do sistema ao longo do tempo. No projeto WGB_Shield, financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), exploraram-se estratégias para aumentar o ciclo de vida dos ETICS, através do estudo do desempenho e da durabilidade de diferentes soluções. A eficácia, a compatibilidade e a durabilidade de vários produtos de proteção (multifuncionais com propriedades hidrófugas, anti-graffiti, biocidas e/ou fotocatalíticas), aplicados na superfície destes sistemas, foram também aprofundadas.

Desenvolveu-se uma metodologia inovadora para a avaliação da durabilidade de ETICS, que combina a ação de diferentes agentes de degradação, simulando condições de exposição reais em ambiente urbano e comparando com o efeito da exposição natural. Analisaram-se as propriedades relevantes para um bom desempenho dos ETICS, tais como a sua resistência à água, a suscetibilidade à colonização biológica e a alteração das propriedades superficiais. Os resultados evidenciaram que uma análise integrada dos vários fatores é fundamental para um desempenho otimizado e um aumento da durabilidade destes sistemas, que devem ser avaliados e considerados como um conjunto, ou seja, como um *kit*.

Esta comunicação apresenta os resultados principais deste projeto e faz uma síntese de recomendações para um melhor desempenho do sistema ETICS ao longo do tempo, bem como para um aumento da sua vida útil, em termos de resistência à água, ao graffiti e à biocolonização.

1. INTRODUÇÃO

O projeto WGB_Shield, financiado pela FCT, teve como objetivo estudar o desempenho e a durabilidade de sistemas compósitos de isolamento térmico pelo exterior com revestimento sobre isolante, do tipo ETICS, usados frequentemente na construção e na reabilitação de fachadas em Portugal. Estes sistemas são compostos por uma camada de isolante térmico fixada à parede, seguida de uma camada de base com rede de fibra de vidro e uma camada de acabamento, que pode ser uma pintura ou um revestimento plástico. Existem várias composições destes sistemas no mercado, variando principalmente no tipo de isolante térmico e na solução de revestimento. O projeto, concluído em julho de 2022, também beneficiou da experiência das entidades envolvidas e resultou em recomendações técnicas relevantes.

A equipa do projeto WGB_Shield incluiu investigadores do IST, do LNEC e da Universidade NOVA de Lisboa, abrangendo diferentes áreas de conhecimento: materiais, química, térmica, biodeterioração, entre outros, integrados em várias unidades de investigação: CERIS – Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade (IST e Polo Nova), CERENA – Centro de Recursos Naturais e Ambiente (IST) e iBB – Instituto de Bioengenharia e Biociências (IST); e Departamento de Edifícios, Núcleo de Revestimentos e Isolamentos (LNEC) e Departamento de Estruturas, Núcleo de Comportamento de Estruturas (LNEC), Figura 1.

O projeto WGB_Shield focou-se na otimização dos sistemas ETICS (Figura 2) e na compreensão dos fatores de degradação para uma melhoria da durabilidade destes sistemas. A metodologia incluiu:

1. Estudo do desempenho e da durabilidade de diferentes soluções comerciais de ETICS.

2. Avaliação da eficácia de produtos de proteção com propriedades multifuncionais.
3. Desenvolvimento de uma metodologia inovadora para a avaliação da durabilidade dos sistemas, simulando condições de degradação em ambiente urbano (Figura 3) e comparando com exposição natural.
4. Análise das propriedades dos ETICS, como a resistência à água e a suscetibilidade à colonização biológica.



Figura 1. Equipa do projeto WGB_Shield: IST e LNEC.

Os resultados reforçaram a importância de se considerar os sistemas ETICS como um conjunto integrado para otimizar o desempenho e aumentar a durabilidade. Para avaliar a durabilidade destes sistemas, criou-se um método inovador que integra a ação de vários agentes de degradação, simulando condições reais de exposição (ciclos higrotérmicos, exposição à radiação UV, exposição aos poluentes, e suscetibilidade ao desenvolvimento de bolores) e fazendo uma comparação com os efeitos da exposição natural (em ambiente urbano e marítimo), Figura 4.

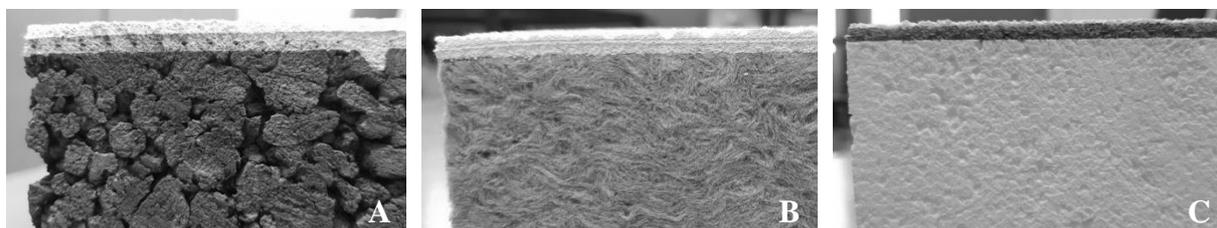


Figura 2. Ilustrações (adaptadas) de três das doze soluções de ETICS utilizadas no estudo com diferente isolamento térmico: aglomerado de cortiça expandida – ICB (A), lã mineral – MW (B) e poliestireno expandido – EPS (C).

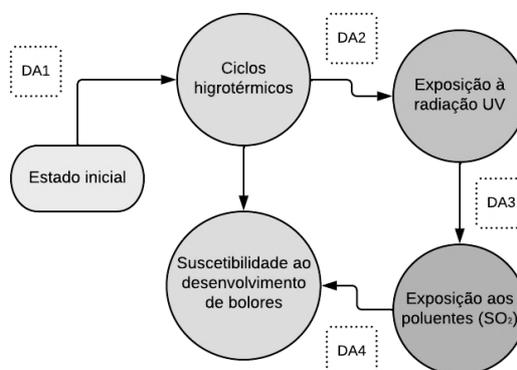


Figura 3. Metodologia de envelhecimento artificial acelerado (ETICS no estado inicial e submetidos a ciclos higrotérmico, de radiação UV, exposição a poluentes e biosusceptibilidade), onde “DA” se refere aos ensaios de avaliação intercalar.

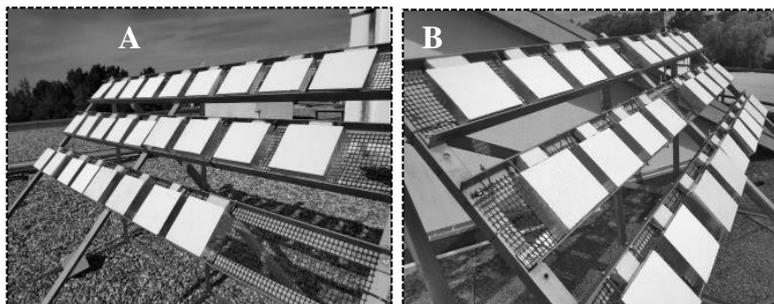


Figura 4. Duas estações de exposição natural localizadas em ambiente urbano (A) e em ambiente marítimo (B)

Tendo como principal objetivo o aumento do ciclo de vida dos ETICS através do estudo do seu desempenho e durabilidade, selecionaram-se três produtos de proteção com propriedades hidrófugas, biocidas e/ou de autolimpeza (i.e., propriedades fotocatalíticas), que foram aplicados na superfície de quatro das seis soluções de ETICS estudadas. De acordo com o especificado nas fichas técnicas, os três produtos de proteção selecionados consistiram no seguinte:

- produto de autolimpeza e auto-esterilização de base aquosa e matriz orgânica, aditivado com nanopartículas de óxido de titânio com características super hidrofílicas e fotocatalíticas;
- produto hidrófugo que consiste numa emulsão à base de silano/siloxano com aditivos biocidas;
- tinta multifuncional baseada numa dispersão aquosa 100% acrílica, pigmentada com dióxido de titânio rutilo, com propriedades biocidas, fotocatalíticas e hidrófugas.

Adicionalmente, foi também testada a eficácia de aplicação de produtos anti-*graffiti* nos ETICS como estratégia alternativa à remoção de *graffiti* com produtos químicos e métodos tradicionais (e.g., escovagem e jato de água a alta pressão). Foram ensaiados três produtos anti-*graffiti* de diferentes tipologias: produto sacrificial (solução aquosa com cera e álcoois etoxilados, que deve apenas ser utilizada num processo único de remoção de *graffiti*); produto semipermanente (solução aquosa com nanopartículas de sílica, que permite duas a três ações de remoção de *graffiti*); e produto permanente (solução à base de polímeros de poliorganosiloxanos e solventes, que resiste a numerosas ações de remoção de *graffiti*).

Este projeto conduziu a vários resultados: 2 seminários, 2 atividades de formação, 1 livro, 2 capítulos de livro, 12 relatórios de progresso, 1 seminário final, 2 relatórios de estágio, 8 dissertações de mestrado, 1 tese de doutoramento, 6 conferências nacionais, 7 conferências internacionais, 3 artigos em revistas nacionais e 20 artigos em revistas internacionais (destacam-se nesta comunicação os artigos mais relevantes [1-9]).

Os três produtos de proteção foram também aplicados em muretes com ETICS que se encontram na estação de envelhecimento natural do LNEC, em Lisboa (Figura 5). O desempenho, a compatibilidade e a durabilidade dos produtos estão a ser avaliados atualmente e constituem estudos futuros.



Figura 5. Preparação do murete de ETICS para posterior aplicação dos produtos de proteção estudados.

2. RECOMENDAÇÕES

No final do projeto foi possível elaborar recomendações para um melhor desempenho e maior durabilidade destes sistemas, contribuindo, assim, para a sustentabilidade e eficiência energética das edificações. Sintetizam-se algumas recomendações técnicas [10]:

i) Resistência à água:

A água foi identificada como o principal agente de degradação dos sistemas ETICS. Assim, a camada de acabamento do sistema deverá possuir um bom desempenho à água, garantindo uma baixa absorção de água por capilaridade e uma permeabilidade ao vapor de água relativamente elevada, por forma a garantir uma boa capacidade de secagem do sistema, evitando condensações nas camadas constituintes, e também que a água atinja a camada de isolamento térmico. Considerando os requisitos já existentes no guia europeu EAD 040083-00- 0404, as recomendações do LNEC e os resultados obtidos no projeto, considera-se que os sistemas apresentem uma absorção de água por capilaridade, medida após 1 h de ensaio, inferior a 1 kg/m^2 . No caso de sistemas com lã mineral como isolante térmico, em que foi identificado um aumento considerável da condutibilidade térmica com o aumento do teor de água, o critério da absorção de água por capilaridade à 1 h de ensaio deve ser ainda mais exigente, recomendando-se que esta não exceda $0,5 \text{ kg/m}^2$.

Deverá também existir uma compensação entre a absorção de água por capilaridade e a permeabilidade ao vapor de água, ou seja, um sistema que apresente maior absorção de água por capilaridade deverá possuir também uma maior permeabilidade ao vapor de água, para evitar a possível ocorrência de condensações intersticiais que favoreçam, por exemplo, o aparecimento de empolamentos na camada de acabamento por perdas de aderência localizadas e a redução da resistência térmica do sistema. De acordo com o especificado no guia europeu, a espessura da camada de ar de difusão equivalente do revestimento (conjunto da camada de base e de acabamento) não deverá ser superior a 2 m para os sistemas em que o isolante térmico utilizado é um plástico celular (i.e., EPS) ou a 1 m para os sistemas em que o isolante térmico é uma lã mineral. Recomenda-se a adoção deste último valor para sistemas em que o isolante térmico é um material de base orgânica (i.e., aglomerado de cortiça expandida – ICB). A utilização de soluções de proteção na camada de acabamento de sistemas ETICS para a sua reparação deverá ter sempre em conta a importância de uma boa compatibilidade entre os componentes do sistema para um aumento da eficiência e da durabilidade do conjunto.

ii) Resistência à biocolonização

Para evitar fenómenos de colonização biológica em ETICS, recomenda-se fortemente que se opte por opções arquitetónicas e/ou construtivas que permitam uma diminuição da quantidade de água que escorre ao longo das fachadas, como sejam os perfis de parapeito e capeamentos com pingadeiras. Sugere-se também a utilização de biocidas na camada de acabamento do sistema. Uma vez que a utilização destes produtos não garante o bom desempenho a longo prazo, enumera-se, de seguida, um conjunto de fatores que pode contribuir para minimizar o risco de colonização biológica na superfície dos sistemas e que se focam, fundamentalmente, no comportamento higrotérmico dos ETICS. Assim, os sistemas devem possuir: uma baixa absorção de água por capilaridade; um processo de secagem relativamente rápido das camadas superficiais, garantindo que o teor de água na superfície não permaneça elevado durante longos períodos de tempo; e um menor risco de fenómenos de condensações superficiais. Para além disso, deverá garantir-se um bom desempenho das camadas de revestimento ao desenvolvimento de bolores, sendo este fator essencial para prevenir fenómenos de colonização biológica na camada de isolamento térmico (que apresenta maior bio-suscetibilidade) e, conseqüentemente, em todo o sistema. Assim, a camada isolante térmico não deverá, em caso algum, ficar exposta ao meio ambiente. Para eliminação de manchas de colonização biológica, recomenda-se uma limpeza da superfície do sistema utilizando água a baixa pressão. Posteriormente, propõe-se a aplicação de um produto biocida sobre o revestimento e/ou a aplicação de uma nova camada de acabamento com biocida, caso esta seja danificada pela limpeza a baixa pressão.

iii) Resistência ao *Graffiti*

No que se refere aos *graffiti* efetuados com tintas de *spray*, os mesmos devem ser removidos o mais rápido possível após a sua execução, de forma a diminuir danos sobre os sistemas e limitar custos; acresce que não existem métodos universais para uma remoção eficaz do *graffiti*, sendo necessários testes preliminares de limpeza (áreas de teste) e conhecimento dos sistemas a serem intervencionados e da composição do *graffiti* a ser removido; devem ser avaliados os métodos menos invasivos (i.e., a aplicação de vapor de água a baixa pressão), evitando o uso de produtos químicos altamente ácidos ou básicos que podem degradar o sistema, bem como de jato de água a elevada pressão e temperatura. No que se refere aos produtos de proteção anti-*graffiti* há igualmente que efetuar uma escolha criteriosa e equacionar a mais-valia da sua aplicação, uma vez que estes podem ser nocivos para as superfícies dos ETICS e afetar a durabilidade dos sistemas; estes produtos, quando aplicados previamente nas superfícies, permitem uma melhor remoção do *graffiti*, mas devem ser quimicamente compatíveis com os sistemas.

iv) Soluções de proteção à água, ao graffiti e à biocolonização

Os ETICS necessitam de planos de manutenção preventiva, definidos na fase de conceção, com indicação das necessidades de manutenção específicas para as condições reais de utilização, como por exemplo em ambiente urbano mais agressivo (frequentes ações de choque e de *graffiti* vândalos; poluição atmosférica significativa). As soluções de proteção devem ser incluídas em planos de manutenção, tendo em conta também a vida útil destas soluções e a sua facilidade e compatibilidade numa reaplicação (i.e., evitando a redução da capacidade de secagem da camada de revestimento); o uso de tintas e produtos multifuncionais que garantam propriedades hidrófugas, biocidas e fotocatalíticas pode contribuir para aumentar a vida útil dos sistemas ETICS, minimizando a retenção de água, fenómenos de colonização biológica, ou mesmo a acumulação de sujidade ou poluentes na superfície dos sistemas.

As análises ambientais e económicas de soluções de proteção ainda são escassas devido à ausência de informação relevante, sendo os fabricantes obrigados a declarar apenas a eventual presença de aditivos biocidas, mas nem sempre indicando a formulação química dos componentes principais. Em alguns casos, as composições aproximadas dos produtos podem ser também consultadas nas fichas técnicas e de segurança dos materiais. Recomenda-se, por isso, o aumento do desenvolvimento de Declarações Ambientais de Produto (DAP) dos componentes individuais pelos respetivos produtores. A DAP é requerida (quando disponível) pelo Regulamento dos Produtos da Construção (RPC) para a avaliação da utilização sustentável de recursos e do impacto no ambiente das obras de construção.

3. CONCLUSÃO

O projeto WGB_Shield pretendeu contribuir para a elaboração de critérios de desempenho de ETICS que visem o aumento da sua durabilidade em ambiente urbano, reduzindo anomalias em serviço e garantindo um bom desempenho ao longo do tempo. Nesta comunicação sintetizaram-se algumas recomendações técnicas consideradas relevantes para que os sistemas ETICS possuam um desempenho otimizado e uma maior durabilidade, recorrendo à aplicação preventiva de soluções que confirmam uma maior resistência à água, aos *graffiti* e à biocolonização ao longo do tempo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia o financiamento no âmbito do projeto WGB_Shield (PTDC/ECI-EGC/30681/2017), das unidades de investigação envolvidas: CERIS – Investigação e Inovação em Engenharia Civil para a Sustentabilidade (UIDB/04625/2020), CERENA – Centro de Recursos Naturais e Ambiente (UIDB/04028/2020), e iBB – Instituto de Bioengenharia e Biociências (UIDB/04565/2020 e UIDP/04565/2020) e da bolsa de doutoramento DFA/BD/5180/2020 (João Parracha). Aos alunos que realizaram dissertações de mestrado em Engenharia Civil no Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georrecursos (DECivil) do Instituto Superior Técnico (IST) no âmbito deste projeto: Quinten De Cooman, Pedro Caiado, Júlio Feltes, Pedro Pedroso, Renata Roncon, Ana Sofia Silva, Francisco Gonçalves e Bernardo Gil. Ao CERIS a edição o manual [10]. À GEBALIS – Gestão do Arrendamento da Habitação Municipal de Lisboa e ao IST pelo acesso aos casos de estudo. Às empresas CIN, Secil e Saint-Gobain pelo fornecimento dos ETICS para a realização dos ensaios e às empresas Robbialac, Sika, Saint-Gobain, Horto do Campo Grande, Borges da Silva pelo fornecimento de soluções de proteção (hidrófugas, multifuncionais e *anti-graffiti*). Às empresas que patrocinaram o seminário final do projeto (CIN, Termolan, Lena, Viero, Puma, Sika e Secil). Aos colegas que permitiram a realização de ensaios: Ricardo Leito do Instituto Gulbenkian de Ciência; Luís Valente (em póstumo) da ITISE – Equipamentos Técnicos de Precisão e Científicos; e aos técnicos dos laboratórios do IST (Laboratórios de Construção e de Mineralogia e Petrologia) e do LNEC (Núcleos de Revestimentos e Isolamentos (NRI) do Departamento de Edifícios, Núcleo de Comportamento de Estruturas (NCE) do Departamento de Estruturas e Núcleo de Materiais Orgânicos (NMO) do Departamento de Materiais).

Referências

- [1] Parracha, J.L.; Borsoi, G.; Flores-Colen, I.; Veiga, R.; Nunes, L.; Dionísio, A.; Gomes, M.G.; Faria, P., 2021. "Performance parameters of ETICS: Correlating water resistance, bio-susceptibility and surface properties", *Construction and Building Materials* 272, 121956.
- [2] Parracha, J.L.; Borsoi, G.; Veiga, R.; Flores-Colen, I.; Nunes, L.; Garcia, A.R.; Ilharco, L.M.; Dionísio, A.; Faria, P., 2021. "Effects of hygrothermal, UV and SO₂ accelerated ageing on the durability of ETICS in urban environments", *Building and Environment* 204, 108151.
- [3] Parracha, J.L.; Borsoi, G.; Veiga, R.; Flores-Colen, I.; Nunes, L.; Viegas, C.A.; Moreira, L.M.; Dionísio, A.; Gomes, M.G.; Faria, P., 2021. "Durability assessment of external thermal insulation composite systems in urban and maritime environments", *Science of The Total Environment*, 849 (2022) 157828.

- [4] Silva, A.S.; Borsoi, G.; Parracha, J.L.; Flores-Colen, I.; Veiga, R.; Faria, P.; Dionísio, A., 2022. "Evaluating the effectiveness of self-cleaning products applied on external thermal insulation composite systems (ETICS)", *Journal of Coatings Technology and Research*, 19 (2022) 1437-1448.
- [5] Parracha, J.L.; Borsoi, G.; Flores-Colen, I.; Veiga, R.; Nunes, L., 2022. "Impact of natural and artificial ageing on the properties of multilayer thermal insulation systems", *Construction and Building Materials* 317, 125834.
- [6] Roncon, R.; Borsoi, G.; Parracha, J.L.; Flores-Colen, I.; Veiga, R.; Nunes, L., 2021. "Impact of water-repellent products on the moisture transport properties and mould susceptibility of External Thermal Insulation Composite Systems", *Coatings* 11(5), 554.
- [7] Viegas, C.A.; Borsoi, G.; Moreira, L.M.; Parracha, J.L.; Nunes, L.; Malanho, S.; Veiga, R.; Flores-Colen, I., 2023. "Diversity and distribution of microbial communities on the surface of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) facades in residential buildings", *International Biodeterioration & Biodegradation* 184, 105658.
- [8] Feltes, J.; Borsoi, G.; Caiado, P.; Dionísio, A.; Parracha, J.; Flores-Colen, I., 2023. "Graffiti removal on external thermal insulation composite systems through chemical-mechanical methods: A feasible protocol?", *Journal of Building Engineering* 66, 105872.
- [9] Gil, B.C.; Borsoi, G.; Parracha, J.L.; Dionísio, A.; Veiga, R.; Flores-Colen, I., 2023. "Effectiveness and durability of anti-graffiti products applied on ETICS: Towards a compatible and sustainable graffiti removal protocol" *Environmental Science and Pollution Research* 30., 65160-65176.
- [10] Borsoi, G.; Dionísio, A.; Faria, P.; Flores-Colen, I.; Garcia, A.R.; Gomes, M.G.; Malanho, S.; Nunes, L.; Parracha, J.L.; Santos, L.; Silvestre, J.D.; Veiga, R.; Viegas, C.; Vilhena, A., 2023. "Sistemas de Isolamento Térmico pelo Exterior (ETICS). Desempenho, Durabilidade e Recomendações Técnicas.", Flores-Colen, I.; Veiga, R.; Parracha, J.L.; Borsoi, G.; Malanho, S. (Eds.), CERIS.PT, ISBN 978-989-95625-2-3, Lisboa, Portugal, disponível em https://percoat.tecnico.ulisboa.pt/Docs/WGBSHIELD_Publication.pdf